

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10) **PL 242191 B1**

(12)

Opis patentowy

(21) Numer zgłoszenia: **434929**

(22) Data zgłoszenia: **2020.08.10**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2022.02.14 BUP 07/2022**

(45) Data publikacji o udzieleniu patentu: **2023.01.30 WUP 05/2023**

(51) MKP:

G01T 1/208 (2006.01)

(73) Uprawniony z patentu:

POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL
MIDOSE SOLUTIONS SPÓŁKA
Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ,
Zabrze, PL

(72) Twórca(-y) wynalazku:

KONRAD TUDYKA, Gliwice, PL
ALEKSANDER KOLARCZYK, Ruda Śląska, PL
SEBASTIAN MIŁOSZ, Mikołów, PL
ADAM PILŚNIAK, Zebrzydowice, PL
PIOTR MOSKA, Katowice, PL
GRZEGORZ PORĘBA, Katowice, PL

(74) Pełnomocnik:

Katarzyna Borkowy, Gliwice, PL

(54) Tytuł:

Sposób aktywnej redukcji tła detektora scyntylacyjnego i separacji impulsów w pomiarach niskich radioaktywności

PL 242191 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób aktywnej redukcji tła detektora scyntylacyjnego i separacji impulsów w pomiarach niskich radioaktywności.

W stosowanych obecnie detektorach scyntylacyjnych do pomiarów niskich radioaktywności promieniowania jądowego stosuje się osłony aktywne, które wykorzystywane są do detekcji sygnałów w koincydencji. Pozwala to odrzucić tak zwane tło detektora które nie jest związane z radioaktywnością badanego materiału. W dużej części sygnał tła pochodzi od zaburzeń elektromagnetycznych, wtórnego promieniowania kosmicznego, głównie cząstki μ oraz z radioizotopów zawartych w materiale detektora oraz jego otoczeniu.

Stosowane dotychczas rozwiązania polegają na wykrywaniu sygnału z osłony aktywnej, a następnie usuwanie sygnału, który jest w koincydencji czasowej (Páll Theodórsson, "Measurement of Weak Radioactivity" rozdział 11.8 "Guard counters and their background reduction", World Scientific, 1996). Takie rozwiązania wymagają oddzielnych torów pomiarowych co zwiększa skomplikowanie detektora.

Z amerykańskiego opisu patentowego US 4651006 (A) znany jest sposób wykorzystujący specjalistyczną elektronikę, która zlicza liczbę impulsów wtórnych, co komplikuje budowę detektora i nie pozwala wykorzystać pełnego potencjału urządzenia, który wynika z analizy przebiegu czasowego.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu aktywnej redukcji tła detektora scyntylacyjnego i separacji impulsów w pomiarach niskich radioaktywności, który wyeliminuje potrzebę wykorzystania oddzielnych detektorów i układów elektronicznych.

Cel ten osiągnięto stosując fotopowielacz rejestrujący równocześnie fotony z co najmniej trzech scyntylatorów o różnych czasach zaniku scyntylacji.

Sposób aktywnej redukcji tła detektora scyntylacyjnego i separacji impulsów w pomiarach niskich radioaktywności, polega na tym, że pod fotopowielacz umieszcza się pojemnik pomiarowy zawierający badany materiał radioaktywny, nad którym znajduje się scyntylator do detekcji cząstek α o grubości nie większej, niż 100 μm oraz scyntylator do detekcji cząstek β o grubości nie większej, niż 2 mm, przy czym nad scyntylatorami znajduje się warstwa przezroczystego tworzywa sztucznego o grubości nie mniejszej niż 0,01 mm, nad którą znajduje się kolejna warstwa scyntylatora, natomiast scyntylatory posiadają różne czasy zaniku scyntylacji, z których sygnał po zarejestrowaniu przez przetwornik analogowo-cyfrowy, w co najmniej trzech odstępach czasu nie większych niż 100 ns przesyła serie danych pomiarowych podczas pomiaru tła oraz źródeł promieniotwórczych α i β , które wykorzystuje się do nadzorowanego uczenia maszynowego oraz stworzenia klasyfikatorów do rozróżniania impulsów pochodzących od cząstek α , β oraz tła.

Korzystnie sposób aktywnej redukcji tła według wynalazku polega na tym, że scyntylator do detekcji tła uformowany jest tak, że dowolna prosta przecinająca scyntylatory do detekcji cząstek α i β przecina scyntylator do detekcji tła.

Zaletą rozwiązania wynalazku jest obniżenie progu detekcji radionuklidów α i β promieniotwórczych, poprzez zintegrowanie osłony z układem detekcji cząstek α i β . Dzięki klasyfikacji sygnału przy pomocy technik uczenia maszynowego, ulega obniżeniu tło pochodzące z promieniowania jonizującego i od zaburzeń elektromagnetycznych oraz umożliwia separację impulsów wywołanych przez promieniowanie α , β oraz tło.

Przedmiot wynalazku został przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia układ aktywnej redukcji tła detektora scyntylacyjnego i separacji impulsów w pomiarach niskich radioaktywności oraz powiększony wycinek przekroju osłony aktywnej.

Pod fotopowielaczem (1) umieszcza się pojemnik pomiarowy (2), wewnątrz którego znajduje się 2,0 g badanego materiału radioaktywnego (3) zawierającego szeregi promieniotwórcze ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th . Cząstki α emitowane z materiału radioaktywnego ze względu na ich maksymalny zasięg docierają do pierwszej warstwy scyntylatora (4) ZnS:Ag o grubości nie większej niż 40 μm i wywołują scyntylacje o czasie zaniku około 230 ns. Promieniowanie β ze względu na znacznie większy zasięg traci energię i wywołuje scyntylacje głównie w drugiej warstwie scyntylatora (5) plastikowego o czasie zaniku scyntylacji 5 ns i grubości 2 mm. Wtórne promieniowanie kosmiczne w tym wysokoenergetyczne cząstki μ ze względu na geometrię układu wywołują scyntylacje w trzeciej warstwie scyntylatora (6) plastikowego o czasie zaniku scyntylacji 200 ns i grubości 1 mm która dodatkowo oddzielona jest warstwą szkła akrylowego (7) o grubości 0,5 mm. Trzy warstwy scyntylatorów (4), (5) i (7) wykonane są z materiałów

o różnych stałych zaniku scyntylacji. Scyntylator (7) uformowany jest w kształcie połączonej cylindrycznej rury i dysku jak przedstawia Fig. 1 oraz Fig. 1A. Sygnał wywołany przez scyntylację na wyjściu fotopowielacza (1) przez cząstki α , β oraz impulsy tła w tym μ posiada różne przebiegi czasowe. Sygnał ten jest rejestrowany przez przetwornik analogowo-cyfrowy w co najmniej trzech 30 ns odstępach czasu. Po analizie odpowiedzi sygnał pochodzący od α , β oraz μ może budowane są klasyfikatory przy pomocy algorytmów uczenia maszynowego, które umożliwiają klasyfikację przebiegów czasowych do promieniowania α , β bądź tła.

Sposób aktywnej redukcji tła detektora scyntylacyjnego do pomiaru niskich radioaktywności znajduje zastosowanie w pomiarze szeregów promieniotwórczych ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th oraz innych naturalnie występujących radionuklidów w środowisku takich jakich jak ^{87}Rb , ^{40}K , ^{14}C , ^3H .

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób aktywnej redukcji tła detektora scyntylacyjnego i separacji impulsów w pomiarach niskich radioaktywności, **znamienny tym**, że pod fotopowielacz (1) umieszcza się pojemnik pomiarowy (2) zawierający badany materiał radioaktywny (3), nad którym znajduje się scyntylator (4) do detekcji cząstek α o grubości nie większej, niż 100 μm oraz scyntylator (5) do detekcji cząstek β o grubości nie większej, niż 2 mm, przy czym nad scyntylatorami (4) i (5) znajduje się warstwa przezroczystego tworzywa sztucznego (6) o grubości nie mniejszej niż 0,01 mm, nad którą znajduje się kolejna warstwa scyntylatora (7), natomiast scyntylatory (4), (5) i (7) posiadają różne czasy zaniku scyntylacji, z których sygnał po zarejestrowaniu przez przetwornik analogowo-cyfrowy, w co najmniej trzech odstępach czasu nie większych niż 100 ns przesyła serie danych pomiarowych podczas pomiaru tła oraz źródeł promieniotwórczych α i β , które wykorzystuje się do nadzorowanego uczenia maszynowego oraz stworzenia klasyfikatorów do rozróżniania impulsów pochodzących od cząstek α , β oraz tła.
2. Sposób aktywnej redukcji tła według zastrz. 1, **znamienny tym**, że scyntylator (7) do detekcji tła uformowany jest tak, że dowolna prosta przecinająca scyntylatory (4), (5) do detekcji cząstek α i β przecina scyntylator do detekcji tła.

Rysunek

